

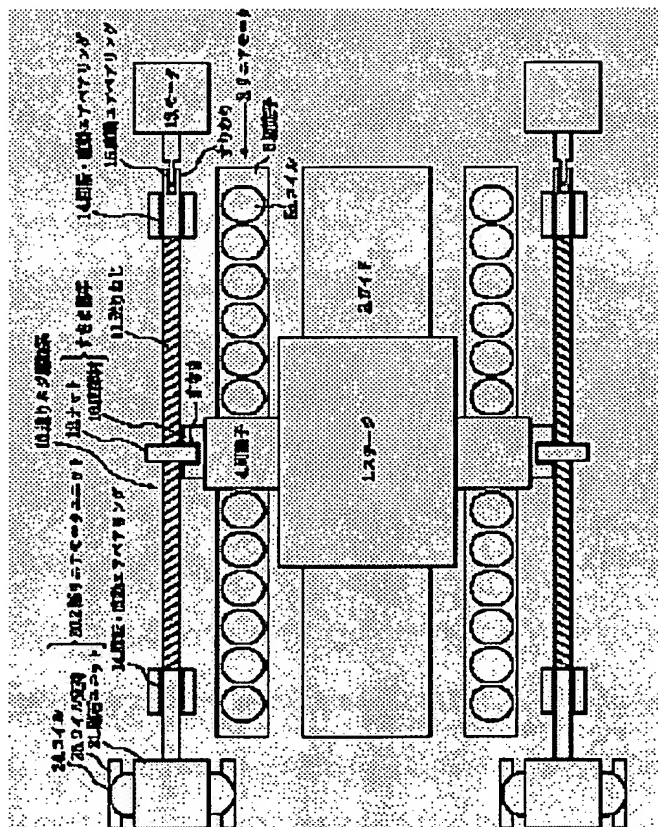
STAGE DEVICE, EXPOSURE DEVICE USING THE SAME, AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

Patent number: JP2000029530
Publication date: 2000-01-28
Inventor: KORENAGA NOBUSHIGE
Applicant: CANON KK
Classification:
- **International:** **G03F7/20; G03F7/20;** (IPC1-7): G05D3/00; G03F7/20; H01L21/027; H01L21/68
- **European:** G03F7/20T24
Application number: JP19980192895 19980708
Priority number(s): JP19980192895 19980708

Report a data error here

Abstract of JP2000029530

PROBLEM TO BE SOLVED: To display a high movement precision by equipping a stage device with a 1st driving mechanism which generates a thrust for moving a stage in a specific direction and another 2nd driving mechanism and providing a force generating mechanism which generates a force to be applied at least in a specific direction to the 2nd driving mechanism when the 2nd driving mechanism is driven. **SOLUTION:** A current is supplied to a screw driving motor 13 to accelerate a stage 1. The torque of a feed screw 11 is converted into a guide-directional thrust by a nut 12 to accelerate the stage 1 to reach a desired speed through a recessed member 16 fixed to the stage 1. At this time, a current is supplied to the coil 24 of a bipolar linear motor 20 to generate a thrust nearly equal to the thrust that the feed screw system 11 transmits the stage. Consequently, the nut 12 and recessed member 16 are brought into contact with each other while the stage 1 is accelerated so that position control and speed control by the bipolar linear motors 20 provided on both the sides of the stage 1 will be effective even when the force needed to accelerate the stage 1 is transmitted to the stage 1.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-29530

(P2000-29530A)

(43) 公開日 平成12年1月28日 (2000.1.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマート* (参考)
G 0 5 D 3/00		G 0 5 D 3/00	Q 5 F 0 3 1
G 0 3 F 7/20	5 2 1	G 0 3 F 7/20	5 2 1 5 F 0 4 6
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/68	K 5 H 3 0 3
21/68		21/30	5 1 5 F
			5 1 5 G

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-192895

(22) 出願日 平成10年7月8日 (1998.7.8)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 是永 伸茂

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74) 代理人 100069877

弁理士 丸島 儀一

Fターム(参考) 5F031 CC07 GG02 JJ01 JJ02 KK04
KK09

5F046 AA05 CC01 CC03 CC16 CC17
CC19

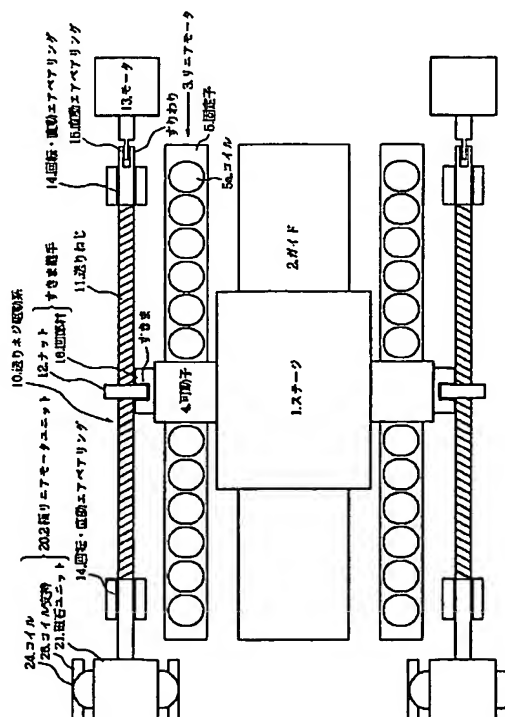
5H303 AA06 BB01 BB07 BB11 BB17
CC01 DD01 DD04 DD25

(54) 【発明の名称】 ステージ装置、およびこれを用いた露光装置ならびにデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ステージの駆動を高速高精度に行うとともに、ステージの搭載物に対する発熱の影響を低減させる。

【解決手段】 ステージを所定方向に移動させるための推力を発生する第1駆動機構と、これとは別の第2駆動機構とを備え、該第2駆動機構の駆動の際に該第2駆動機構に対して少なくとも該所定方向に与える力を発生する力発生機構を設けたことを特徴とするステージ装置により、高精度と高速を両立させる。換言すると比較的分解能は悪いが推力の大きいアクチュエータと比較的推力は小さいが分解能の高いアクチュエータとを並列に設けた駆動系として発熱による精度劣化をなくしつつ、加速中にも比較的推力は小さいが分解能の高いアクチュエータの位置偏差を累積させないようにして加速後の制動時間を短縮することにより高精度と高速を両立させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ステージを所定方向に移動させるための推力を発生する第 1 駆動機構と、これとは別の第 2 駆動機構とを備え、該第 2 駆動機構の駆動の際に該第 2 駆動機構に対して少なくとも該所定方向に与える力を発生する力発生機構を設けたことを特徴とするステージ装置。

【請求項 2】 前記第 2 駆動機構は、前記所定方向に沿って所定の自由度を持つように支持されていることを特徴とする請求項 1 記載のステージ装置。

【請求項 3】 前記第 2 駆動機構によって前記ステージを加速もしくは減速する際に、前記第 1 駆動機構によって該ステージの位置もしくは速度を制御することを特徴とする請求項 1 または 2 記載のステージ装置。

【請求項 4】 前記第 1 駆動機構は前記第 2 駆動機構よりも高い位置決め精度を有し、前記第 2 駆動機構は前記第 1 駆動機構よりも大きな推力を発生可能であることを特徴とする請求項 1～3 いずれか記載のステージ装置。

【請求項 5】 前記力発生機構は、前記所定方向に関して前記第 1 駆動機構よりも前記ステージから遠い位置に配置されていることを特徴とする請求項 1～4 いずれか記載のステージ装置。

【請求項 6】 前記力発生機構は、前記第 2 駆動機構にかかる前記所定方向の力を受けるために必要な推力を発生することを特徴とする請求項 1～5 いずれか記載のステージ装置。

【請求項 7】 前記力発生機構は、前記第 2 駆動機構が前記ステージに与える推力と実質的に同じ推力を前記第 2 駆動機構に与えることを特徴とする請求項 1～6 いずれか記載のステージ装置。

【請求項 8】 前記ステージは、前記第 2 駆動機構から推力を受けつつ、前記第 1 駆動機構からの推力によってステージの目標位置からの誤差が補正されることを特徴とする請求項 1～7 いずれか記載のステージ装置。

【請求項 9】 前記第 2 駆動機構が、送りネジ、ベルト駆動機構、ばねの弾性エネルギー、回転モータの少なくともいずれかを利用したものであることを特徴とする請求項 1～8 いずれか記載のステージ装置。

【請求項 10】 前記第 1 駆動機構が、リニアモータを有することを特徴とする請求項 1～9 いずれか記載のステージ装置。

【請求項 11】 前記力発生機構は、非接触駆動機構であることを特徴とする請求項 1～10 いずれか記載のステージ装置。

【請求項 12】 前記力発生機構が、電磁力によって駆動するリニアモータ、ボイスコイルモータ、リニアパルスモータの少なくともいずれかを利用したものであることを特徴とする請求項 11 記載のステージ装置。

【請求項 13】 露光基板を保持して移動させるための請求項 1～12 いずれか記載のステージ装置と、該保持された基板に露光を行う手段を有することを特徴とする

露光装置。

【請求項 14】 前記ステージ装置は、パターンが形成されたレチクルを保持するレチクルステージであることを特徴とする請求項 13 記載の露光装置。

【請求項 15】 レチクルを保持して投影光学系に対して走査移動させる前記レチクルステージと、ウエハを保持して該投影光学系に対して該レチクルステージと共に走査移動させるウエハステージとを有し、走査露光によってレチクルのパターンをウエハに転写することを特徴とする請求項 14 記載の露光装置。

【請求項 16】 請求項 13～15 いずれか記載の露光装置を用意する工程と、レチクルパターンをウエハに転写する工程を有することを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項 17】 請求項 16 記載のデバイス製造方法において、ウエハにレジストを塗布する工程と、ウエハに露光された部分を現像する工程とを更に有することを特徴とする請求項 16 記載のデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、対象物を搭載し、この対象物を走査移動する間に対象物を高速高精度に位置決めを行うためのステージ装置に関する。また、このようなステージ装置を用いた露光装置や、この露光装置を用いたデバイス製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図 11 にリニアモータを用いた従来のステージ装置の概略図を示す。

【0003】不図示のベースにガイド 102 が固定され、ガイド 102 に対して 1 軸方向に沿って滑動自在に工作物を載置するステージ 101 が支持されている。ステージ 101 の両サイドにはリニアモータ可動子 104 が固定され、各リニアモータ可動子 104 にはリニアモータ固定子 105 が非接触で対面し、各リニアモータ固定子 105 は不図示のベースに固定されている。リニアモータ可動子 104 は 4 極の磁石 104a と磁石の磁束を循環させるためのヨーク 104b を一体にしたものを上下に配置して構成される。リニアモータ固定子 105 は複数（この場合 6 個）のコイル 105a を 1 列に並べたものを固定子枠 105b で固定したもので構成される。リニアモータ 103 は一般的なブラシレス DC モータの展開タイプで磁石 104a とコイル 105a の相対位置関係に応じて駆動コイルおよびその電流の方向を切り替えて所望の方向に所望の力を発生するものである。

【0004】上記構成において、まずステージ 101 を静止させた状態でステージ 101 の位置に応じて所定のリニアモータコイル 105a に電流を流してステージ 101 を加速し、所望の速度に達したら加速をやめて露光や検査等の仕事を行い、一定速度期間を過ぎると所定のリニアモータコイル 105a に電流を流してステージ 1

01を減速し、ステージ101を停止させる。

【0005】ステージ101の位置は不図示のレーザ干渉計等の高精度位置センサによって計測され、目的位置との誤差をゼロにするように加減速とは別にリニアモータコイル105aに電流を流すようにしており、加減速中・一定速度期間中とにかかわらず常に高精度な位置制御や速度制御を行うようになっている。

【0006】また、図12に2つの駆動手段を並列に配置した場合における従来のステージ装置の概略図を示す。

【0007】不図示のベースにガイド102が固定され、ガイド102に対して1軸方向に沿って滑動自在に工作物を載置するステージ101が支持されている。ステージ101の両サイドにはリニアモータ可動子104が固定され、各リニアモータ可動子104にはリニアモータ固定子105が非接触で対面し、各リニアモータ固定子105は不図示ベースに固定されている。

【0008】リニアモータの方式は図11のものと同様であるが、比較的小出力のものが設けられている。

【0009】さらに、リニアモータ系103と平行して送りネジ駆動系110が設けられる。

【0010】送りネジ駆動系110は、送りネジ111、ナット112、モータ113、軸受け114、軸受け箱115、凹部材116から構成される。不図示のベースに固定された軸受け箱115・玉軸受け114に送りネジ111が回転自在に固定され、送りネジ111の回転により直動するナット112が送りネジ111に設けられている。送りネジ111の一端には送りネジ111を回転させるモータ113が設けられる。また、可動子104には凹部材116が固定され、凹部材116とナット112は微小すきまを介して対面するようになっている。

【0011】上記構成において、まずステージ101を静止させた状態で送りネジ駆動用のモータ113に電流を流してステージ101を加速する。送りネジ111のトルクはナット112によりガイド方向の推力に変換され、凹部材116を介してステージ101を所望の速度に達するまで加速する。ステージの加速中はナット112と凹部材116が接触し、加速に必要な力をステージに伝達する。ステージの加速が終了すると、ステージの位置に応じて所定のリニアモータコイル105aに所定方向の電流を流してステージ101を一定速度に制御する。ステージ101が定速運動している間、送りネジ駆動モータ113はナット112と凹部材116を非接触に保つように制御する。ナットと凹部材とのすきまは、送りネジ駆動モータによるナットの位置決め精度よりも広くなるように構成されている。そのため、ステージの定速運動を制御するリニアモータよりも、送りねじ駆動系の制御は比較的粗い制御で良い。ステージ101の位置は不図示のレーザ干渉計等の高精度位置センサで計測

されている。ナット112と凹部材116の相対位置は直接センサで観察しても良いし、ステージ計測用の干渉計と送りネジ駆動モータ113のエンコーダの計測値との両者から演算で求めても良い。一定速度期間を過ぎると送りネジ駆動用モータ113に電流を流してステージ101を減速し停止させる。ステージの減速中はナットと凹部材が接触し、減速に必要な力をステージに伝達している。

【0012】この方式ではステージの加減速を送りネジで、一定速度領域のステージの位置制御や速度制御をリニアモータで行うようにしている。リニアモータにより高精度に位置制御・速度制御されるのは一定速度領域だけである。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】上述した前者の従来例の場合、ステージの加減速運動中も一定速度運動中も常に高精度な位置・速度制御が作動しているという点では良いが、加減速時におけるリニアモータコイルからの発熱が大きくなる。発熱源となるコイルが工作物の近くにあり、またコイルを複数有しステージ位置によってコイルを切り替える多相型リニアモータ固定子は、全体を冷却するのは困難であるため、工作物周辺の部材が熱膨張で変形したり、計測基準が熱膨張で変形したり、またレーザ干渉計の光路の空気密度が擾乱されるため、工作物の位置精度を低下させるという問題がある。

【0014】また、上述した後者の従来例の場合、熱源がモータ部に集中し、冷却が容易であり、熱源が工作物から離れた位置にあるため、工作物周辺の熱膨張やレーザ干渉計の光路の空気密度変化がおこりにくい。よって発熱による精度劣化が少ないという点で優れている。しかし、ナットが凹部材に接触している加減速中は、リニアモータによる精度の高い位置・速度制御が効かない。これは、リニアモータで力を発生しても、送りネジ系の剛性が高いので、ステージの位置は送りネジの駆動によって決まってしまうからである。送りネジ系の高い剛性にリニアモータが無理に対抗しようとすると、結局リニアモータの発熱が大きくなり、熱源を分離する意味がなくなる。よって加減速中はリニアモータの位置制御系を効かないようにするか、リニアモータ駆動力を低いレベルでクランプしておくことでリニアモータの発熱を無視できるようにする。しかし、このように送りネジ系だけでステージを加速すると、加速終了時には送りネジ系の精度で位置が決まっているため、ステージの位置決めを加減速制御系（送りネジ系）から位置制御系（リニアモータ）に切り替えたとき、大きな位置偏差が蓄積されており、制御系にステップ的に入力することになる。この結果、位置偏差が所定の値になるまでの時間（制定時間）が長くなり、大推力で加速した意味がなくなるという問題がある。

【0015】このような課題を解決するためには、ステ

ージの加減速を行う駆動系と、ステージの高精度な位置決めを行う駆動系とを両立させることが必要である。換言すると比較的分解能は悪いが推力の大きいアクチュエータと、比較的推力は小さいが分解能の高いアクチュエータとを並列に設けた駆動系として発熱による精度劣化をなくしつつ、推力の大きいアクチュエータによる加速中にも、比較的推力は小さいが分解能の高いアクチュエータにより位置偏差を累積させないようにして、ステージの加速運動後から一定速度運動を行うまでの制限時間を短縮することにより位置決めの高精度化と高速化を図る。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決すべく本発明のステージ装置は、ステージを所定方向に移動させるための推力を発生する第1駆動機構と、これとは別の第2駆動機構とを備え、該第2駆動機構の駆動の際に該第2駆動機構に対して少なくとも該所定方向に与える力を発生する力発生機構を設けたことを特徴とする。

【0017】また、前記第2駆動機構は、前記所定方向に沿って所定の自由度を持つように支持されていることが望ましい。

【0018】また、前記第2駆動機構によって前記ステージを加速もしくは減速する際に、前記第1駆動機構によって該ステージの位置もしくは速度を制御することが望ましい。また、前記第1駆動機構は前記第2駆動機構よりも高い位置決め精度を有し、前記第2駆動機構は前記第1駆動機構よりも大きな推力を発生可能であることが好ましい。

【0019】また、前記ステージは、前記第2駆動機構から推力を受けつつ、前記第1駆動機構からの推力によってステージの目標位置からの誤差が補正されることが望ましい。

【0020】また、前記第2駆動機構が、送りネジ、ベルト駆動機構、ばねの弾性エネルギー、回転モータの少なくともいずれかを利用したものであることが望ましく、前記第1駆動機構が、リニアモータを有することが望ましく、前記力発生機構は、電磁力によって駆動するリニアモータ、ボイスコイルモータ、リニアパルスモータの少なくともいずれかを利用したものであることが好ましい。

【0021】また、上記課題を解決すべく本発明の露光装置は、露光基板を保持して移動させるための上記いずれか記載のステージ装置と、該保持された基板に露光を行う手段を有することを特徴とする。

【0022】また、前記露光装置は、パターンが形成されたレチクルを保持するレチクルステージを備えることが望ましく、レチクルを保持して投影光学系に対して走査移動させる前記レチクルステージと、ウエハを保持して該投影光学系に対して該レチクルステージと共に走査移動させるウエハステージとを有し、走査露光によって

レチクルのパターンをウエハに転写することが好ましい。

【0023】また、上記課題を解決すべく本発明のデバイス製造方法は、上記いずれか記載の露光装置を用意する工程と、レチクルパターンをウエハに転写する工程を有することを特徴とする。

【0024】

【発明の実施の形態】＜実施形態1＞図1に本発明のステージ装置に関する第1実施形態の概略図を示す。

【0025】不図示のベースにガイド2が固定され、ガイド2に対して1軸方向に沿って滑動自在に工作物を載置するステージ1が支持されている。ステージ1の両サイドにはリニアモータ可動子4が固定され、各リニアモータ可動子4にはリニアモータ固定子5が非接触で対面し、各リニアモータ固定子5は不図示のベースに固定されている。第1駆動機構であるリニアモータ3の方式は従来ものとほぼ同様であり、ステージの一定速度運動を制御するに十分な、比較的小出力のものが設けられている。さらにリニアモータ系3には第2駆動機構である送りネジ駆動系がステージに対して並列に設けられている。

【0026】送りネジ駆動系10は、送りネジ11、ナット12、モータ13、回転・直動エアベアリング14、直動エアベアリング15、凹部材16、2極リニアモータユニット20から構成される。

【0027】まず、送りネジ系10の詳細について述べる。不図示のベースに固定される2箇所の回転直動エアベアリング14によって送りネジ11が回転直進自在に支持される。送りネジ11の一端には、すりわり状の凹加工が施され、軸に凸加工されたモータ13の駆動軸との間でステージ駆動方向に対して自由度を持つように直動エアベアリング15が構成されている。軸に凸加工された駆動軸をもつモータ13はベースに固定される。

【0028】送りネジ11には送りネジ11の回転により直動するナット12が設けられている。送りネジの一端には送りネジ11を回転させるモータ13が設けられる。また、ステージに固定された可動子4には凹部材6が固定され、凹部材とナットは微小すきまを介して対面するようになっている。ナットからの推力をステージに伝達する手段は従来例と同様である。送りネジ11のもう一端は力発生機構である2極リニアモータユニット20に固定される。

【0029】図2に2極リニアモータユニット20の3面図を示す。コイル24が2箇のコイル支持26により不図示のベースに固定されている。このコイル24を囲むように磁石ユニット21が配置されるが、磁石ユニット21は前述の送りネジ11に固定され、コイル24と非接触を保つようになっている。磁石ユニット21は2極磁石22とヨーク23を一体にしたものをコイル24の上下に配置し、両側を側板で固定して箱構造にしたも

のである。

【0030】コイル24の形状は、直線部分と曲線部分を持つトラック状の形状をしており、コイル24の直線部分が磁石22と作用し、ローレンツ力により電流に比例した力を非接触で出すようになっている。

【0031】上記構成において、まずステージ1を静止させた状態で送りネジ駆動用のモータ13に電流を流してステージ1を加速する。送りネジ11のトルクはナット12によりガイド方向の推力に変換され、ステージ1に固定された凹部材6を介してステージ1を所望の速度に達するまで加速する。

【0032】このとき同時に2極リニアモータ20のコイル24に電流を流して送りネジ系11がステージ1に伝達する推力とほぼ等しい推力を発生するようにする。これは送りネジ11がエアベアリング14・15によってガイド2と平行な方向に滑動自在に支持されるので発生推力と同じ力を与えて釣り合わせる必要があるからである。

【0033】送りネジを非接触でガイド方向と平行に支持し、モータ13と送りネジ11の間のすりわり状の加工部に設けた直動エアベアリング15によって、モータ13が送りネジ11に対して回転力のみを伝達するようにし、送りネジのスラスト方向の力はモータに伝達されず全て2極リニアモータ20で受けるようにしているため、ステージに固定されたリニアモータ可動子4からみた送りネジ系10のガイド方向における剛性は、ほとんど無視できる。また、コイル24と磁石22の相対位置がずれることによる力の変化がない。つまり、2極リニアモータ20をばね系として考えたときのばね定数はゼロと考えることができる。

【0034】この結果、ステージの加速中にナット12と凹部材16が接触し、ステージの加速に必要な力をステージ1に伝達するときにおいても、ステージ1の両サイドに設けたリニアモータによる位置制御や速度制御が効くようになる。つまりステージ両サイドのリニアモータの位置制御や速度制御を常に行いながら、加減速時には送りネジ系10で力のみをステージに与えることができる。

【0035】従来では送りネジ系できまる位置を両サイドのリニアモータで補正しようとするとき送りネジ系の剛性に対抗するため大きな推力が必要になり、位置や速度の偏差を補正することができなかった。しかし、本実施形態では送りネジ系10の根元に設けた2極リニアモータ20のステージ駆動方向における剛性がゼロとみなせるので、送りネジ系10からは推力をもらいつつ、ステージの目標位置からの誤差はステージ両サイドに設けたリニアモータで補正することが可能である。

【0036】この結果、ステージの加速終了時においてもステージ両サイドのリニアモータの位置制御系の位置偏差が蓄積されず、ステージ加速後から所定の位置精度

になるまでの制定時間を極めて短くできる。また、2極リニアモータ20は工作物から離れた位置にあり、コイル24全体の寸法が短いので冷却が容易であり、さらに2極リニアモータ20のストロークはほぼゼロであるので、コイルの切り替えが必要なく、ストロークの大きいリニアモータに比べて発熱の小さいリニアモータの設計が可能である。そのため、送りネジ系10のモータと同様に、発熱による精度劣化が極めて少ない。また、2極リニアモータはステージから離れていることが望ましく、少なくともステージの両サイドに設けられているリニアモータより離れていることが望ましい。

【0037】ステージの加速が終了すると、送りネジ駆動モータ13はナット12と凹部材16を非接触に保つように制御する。ナットと凹部材とのすきまは、送りネジ駆動モータによるナットの位置決め精度よりも広くなるように構成されている。そのため、送りネジ駆動系の位置精度は、ステージの両サイドに設けられたリニアモータよりも比較的粗い精度で良い。ステージ1の位置は、不図示のレーザ干渉計等の高精度位置センサで計測されている。ナット12と凹部材16の相対位置は直接センサで観察しても良いし、ステージ計測用の干渉計と送りネジ駆動モータ13のエンコーダの計測値との両者から演算で求めても良い。

【0038】ステージが一定速度領域を過ぎると、送りネジ系10で凹部材16を介してステージに減速力を与えてステージ1を減速させると同時に、2極リニアモータ20にはステージに作用する減速力と同じ力を発生させる。このときもステージ両サイドのリニアモータ3による位置制御や速度制御は行ったままである。

【0039】また、本実施形態のステージ装置では、図3に示す通り2極リニアモータユニット20の代わりに円筒状のボイスコイルアクチュエータ30を用いても良い。

【0040】ヨーク31の外形は円筒形状であり鉄などの強磁性体で構成される。ヨーク31には円環状のみぞ32があり、この溝32に円環状のコイル33が非接触で対面している。コイル33はコイル支持35によりベースに固定される。ヨークの円環状みぞ32の一部には円筒の半径方向に磁束密度を発生する単極磁石34が設けられている。ほぼスピーカの駆動部と似た構成になっている。このコイル33に電流を流すと、ヨーク31とコイル33の相対位置には無関係な、電流に比例した力が発生する。

【0041】また本実施形態では、2極リニアモータ20やボイスコイルアクチュエータ30に限るものではなく、推力が電流によって決まるアクチュエータなら何を採用してもよい。たとえば、リニアパルスモータのような鉄片どうしの磁気吸引力を用いるものであっても、設計的に鉄辺同士の相対位置ずれに起因する力の大きさ、つまりばね定数が、電流によって決まる力に対して小さ

く設計されていれば採用が可能である。

【0042】図4は本実施形態の变形例であり、送りネジ系の代わりにベルト駆動系50を利用したものである。ベルト駆動系50はモータ51のトルクをベルト54と突起55を介して凹部材16に伝え、ステージ1を加速するものである。モータ支持板52全体が小ガイド53で支持される2極リニアモータ20の磁石ユニット21に直列に結合されている。作用動作および効果は前述の送りネジ系によるステージの動作および効果とほぼ同様である。

【0043】＜実施形態2＞図5に本発明のステージ装置に関する第2実施形態を説明するための概略図を示す。

【0044】本実施形態の基本的な構造は、前述の実施形態の送りネジ系の代わりにばねを用いたものである。

【0045】不図示のベースにガイド2が固定され、工作物を載置するステージ1がガイド2に対して1軸方向に沿って滑動自在に支持されている。ステージ1の両サイドにはリニアモータ可動子4が固定され、各リニアモータ可動子4にはリニアモータ固定子5が非接触で対面し、各リニアモータ固定子5は不図示のベースに固定されている。第1駆動機構であるリニアモータの方式は前述の従来のものとほぼ同様で、比較的小出力のものが設けられている。さらにステージ1の駆動範囲の前後には、第2駆動機構であるばねアクチュエータ系40が設けられている。ばねアクチュエータ系40は、ばね41と2極リニアモータユニット20から構成される。

【0046】図6に力発生機構である2極リニアモータユニットの詳細を示す。コイル24が2個のコイル支持26により不図示のベースに固定されている。このコイル24を囲むように磁石ユニット21が配置されるが、磁石ユニット21は小ガイド27に滑動自在に支持される磁石ステージ28に固定され、コイル24と非接触を保つようになっている。磁石ユニット21は、2極磁石22とヨーク23を一体にしたものをコイル24の上下に配置し両側を側板で固定して箱構造にしたものである。コイル24は、直線部分と曲線部分を持つトラック状の形状をしており、コイル24の直線部分が磁石と作用して電流に比例した力を出すようになっている。

【0047】本実施形態に用いられる2極リニアモータユニットと前述の2極リニアモータユニットとの違いは、磁石ユニット21の支持を送りネジではなく自前の磁石ステージ28および小ガイド27で行っていることである。この磁石ユニット21の側板25にばねが固定されている。

【0048】上記構成において、まずステージ1を静止させた状態で、不図示のベースに設けた不図示の加圧手段によりばね41をステージ1の加速に必要なだけたわめておく。このとき同時に2極リニアモータ20にはばねのたわみより力と等しい力を発生するように電流を流

しておく。この状態でステージ両サイドのリニアモータ3でばね41の端部に触れる位置にステージ1を移動してその位置で位置サーボをかける。

【0049】次に、前記加圧手段を解除する。するとばね41はたわみに応じた弾性力をステージ1に伝達しながら伸びる。ばねの弾性力によってステージが加速している間、2極リニアモータ20には常にばね41のたわみに応じた力と等しい力を発生するように電流をながす。ばねの発生する力は、ばねの伸びとともに変化するが、2極リニアモータ20の電流は、あらかじめばね41の伸びを時間の関数で計算しておいてこれをもとに与えても良いし、ばね41の伸びを別途センサで計測して電流を制御しても良いし、ステージ1とばね41の間に力センサを設けてステージに所定の力がかかるように電流を制御しても良い。本実施形態のようにばねを用いてステージを加速する場合でも、前述の送りネジ系の場合と同様に、ステージ両サイドのリニアモータ3からみたばねアクチュエータ系40の駆動方向に対する剛性は、ほとんど無視できる。なぜなら、ステージからのばねのスラスト方向の反力は、すべて非接触駆動機構である2極リニアモータで受けているからである。また、2極リニアモータ20の発生する力は電流に比例し、コイルと磁石ユニットの相対位置がずれることによる力の変化がない。

【0050】この結果、ステージの加速中においても、ステージ1の両サイドに設けたリニアモータ3による位置制御や速度制御が効くようになる。つまりステージ両サイドのリニアモータ3の位置制御や速度制御を常に作動しておき、加減速時にはばねアクチュエータ系40で力のみをステージに与えることができるようになる。従来例では送りネジ系できまる位置を両サイドのリニアモータで補正しようとするとき送りネジ系の剛性に対抗するため大きな推力が必要になったり、補正しきれなかったりするのに対し、本実施例では、ばねアクチュエータ系40の根元に設けた2極リニアモータ20の駆動方向に対する剛性がほぼゼロとみなせるため、ばねアクチュエータ系40からは推力をもらいつつ、ステージの目標位置に対する誤差はステージ両サイドに設けたリニアモータ3で補正することが可能になる。

【0051】この結果、ステージの加速終了時にステージ両サイドのリニアモータ3の位置制御系の位置偏差が蓄積せず、ステージの加速終了後から所定の位置精度になるまでの制定時間を極めて短くできる。また、2極リニアモータ20は工作物から離れた位置にあること、コイル全体の寸法が短いので冷却が容易であること、さらに2極リニアモータ20のストロークはほぼゼロであることから、ストロークの大きいリニアモータにくらべて発熱の小さい設計が可能である。そのため、送りネジ系のモータと同様発熱による精度劣化が極めて少ない。また、2極リニアモータはステージから離れていることが

望ましく、少なくともステージの両サイドに設けられているリニアモータより離れていることが望ましい。

【0052】ステージの加速終了後、ステージ1はばねアクチュエータ40と切り離されリニアモータ3のみで位置制御や速度制御がなされる。一定速度領域を過ぎるとステージ1は反対側のばね41と接触する。ステージとの接触前、反対側のばね41は自然長で2極リニアモータの電流もゼロになっている。ステージ1の位置はレーザ干渉計で計測されており、ステージ1が反対側のばね41と出会う位置にきたら、前述の加速の時と同様に、ばね41のたわみに応じて2極リニアモータ20に電流を流し、ステージを減速停止させる。反対側のばねによるステージの減速停止動作中も、ステージ両サイドのリニアモータ3による位置制御や速度制御は作動したままである。

【0053】前述の実施形態において、ステージの加速が終了すると送りネジ駆動モータはナットと凹部材を非接触に保つように制御していた。しかし本実施例では、ばねアクチュエータ系40は、ステージの加速終了後からステージの減速開始までの間、位置制御をしなくてもよいという利点がある。加速が終わった時点でばねアクチュエータ系40とステージ系1が完全に切り離されるので、ばね41を自然長にしておけば何もなくて良いという特有の効果がある。このとき2極リニアモータ20の電流はゼロである。

【0054】また本実施形態では最初に一度ばねをたわめると、ステージの運動エネルギーが減速中にばね41に貯えられ、蓄えられたばねの弾性エネルギーが次のステージの加速時に開放されるので、前述の実施形態の送りネジに相当する部分の冷却が不要になるという利点もある。

【0055】図7は本実施形態のステージ装置の変形例であり、ばねの代わりに回転モータ+コロを利用したものである。小ガイド27で支持された2極リニアモータ20に前述のばねの代わりに回転モータ45+アーム46+コロ47を連結している。コロは加減速時のみステージ両サイドのリニアモータ可動子に設けた突起と接触し、ステージの加速減速を行うようになっている。他の駆動動作は、前述のばねアクチュエータ系の駆動動作とほぼ同様である。

【0056】このように、ステージの加減速を行う機構は限られるものではなく、本発明の本質は、加減速機構がステージの駆動方向に対して剛性を持たないこと、つまり加減速機構がステージの駆動方向に対して自由度を持つように支持されていることが重要である。しかし、加減速機構を駆動方向に対して自由度を持つよう支持をしても、加減速機構が実際に大きなストロークで駆動されるわけではないことは上述した通りである。

【0057】＜実施形態3＞次に前述した実施形態のステージ装置をレチクルステージとして搭載した走査型露

光装置の実施形態を図8を用いて説明する。

【0058】鏡筒定盤96は床または基盤91からダンパ98を介して支持されている。また鏡筒定盤96は、レチクル定盤94を支持すると共に、レチクルステージ95とウエハステージ93の間に位置する投影光学系97を支持している。

【0059】ウエハステージは、床または基盤から支持されたステージ定盤上に支持され、ウエハを載置して位置決めを行う。また、レチクルステージは、鏡筒定盤に支持されたレチクルステージ定盤上に支持され、レチクルを搭載して移動可能である。レチクルステージ95上に搭載されたレチクルをウエハステージ93上のウエハを露光する露光光は、照明光学系99から発生される。

【0060】なお、ウエハステージ93は、レチクルステージ95と同期して走査される。レチクルステージ95とウエハステージ93の走査中、両者の位置はそれぞれ干渉計によって継続的に検出され、レチクルステージ95とウエハステージ93の駆動部にそれぞれフィードバックされる。これによって、両者の走査開始位置を正確に同期させるとともに、定速走査領域の走査速度を高精度で制御することができる。

【0061】本実施形態では、前述のステージ装置をレチクルステージとして用いているため、高速・高精度な露光が可能となる。

【0062】本実施形態では、前述のステージ装置をレチクルステージとして用いているが、これに限るものではなく、例えばウエハステージに前述のステージ装置を採用すれば、ウエハの高速・高精度な位置決めを行うこともできる。

【0063】＜実施形態4＞次に上記説明した露光装置を利用した半導体デバイスの製造方法の実施例を説明する。図9は半導体デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、あるいは液晶パネルやCCD等）の製造フローを示す。ステップ11（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ12（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。ステップ13（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ14（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。ステップ15（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ14によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ16（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップS17）される。

【0064】図10は上記ウエハプロセスの詳細なフロ

一を示す。ステップ21（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ22（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ23（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ24（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ25（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ26（露光）では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ27（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ28（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ29（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。本実施例の製造方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度の半導体デバイス製造することができる。

【0065】

【発明の効果】請求項1記載のステージ装置によれば、ステージは第2駆動機構から推力を受けつつ、第1駆動機構の推力も受けることができる。つまり、第2駆動機構によってステージを移動させているときでも、第1駆動機構によってステージの位置決めを行うことができる。

【0066】請求項2記載のステージ装置によれば、第2駆動機構の所定方向の力を第3駆動機構によって受けることができる。これにより、第1駆動機構からみた第2駆動機構の所定方向における剛性をほぼ無視でき、第2駆動機構によってステージを移動させているときでも、第1駆動機構によってステージの位置決めを行うことができる。

【0067】請求項3記載のステージ装置によれば、ステージが第2駆動機構によって加減速している間にも第1駆動機構によってステージの位置制御や速度制御を行うことができる。

【0068】請求項4記載のステージ装置により、ステージを第2駆動機構によって高速に駆動しているときでも、第1駆動機構によって高い移動精度を発揮できる。

【0069】請求項6記載のステージ装置により、第2駆動機構の所定方向の力を第3駆動機構により受けることができる。これにより、第1駆動機構からみた第2駆動機構の所定方向における剛性をほぼ無視でき、第2駆動機構によってステージを移動させているときでも、第1駆動機構によってステージの位置決めを行うことができる。

【0070】請求項8記載のステージ装置により、ステージが第2駆動機構によって減速している間にも第1駆動機構によりステージの位置や速度を制御することができ、例えばステージの加速終了時に位置偏差が蓄積せず、位置制御等のための制動時間を短縮することができる。

【0071】本発明の請求項13記載の露光装置によれば、高速高精度な露光が可能となり、高い生産性を発揮する露光装置を提供できる。

【0072】本発明の請求項16記載のデバイス製造方法によれば、高速高精度にデバイスを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態のボールネジを用いたステージ装置の概略図

【図2】第1実施形態で用いられる2極リニアモータの概略図

【図3】第1実施形態のステージ装置の変形例の概略図

【図4】第1実施形態の変形例のベルトを用いたステージ装置の概略図

【図5】第2実施形態のばねアクチュエータを用いたステージ装置の概略図

【図6】第2実施形態で用いられる2極リニアモータの概略図

【図7】第2実施形態の変形例の回転モータを用いたステージ装置の概略図

【図8】走査型露光装置の概略図

【図9】デバイス製造のフロー図

【図10】ウエハプロセスの詳細なフロー図

【図11】第1従来例の概略図

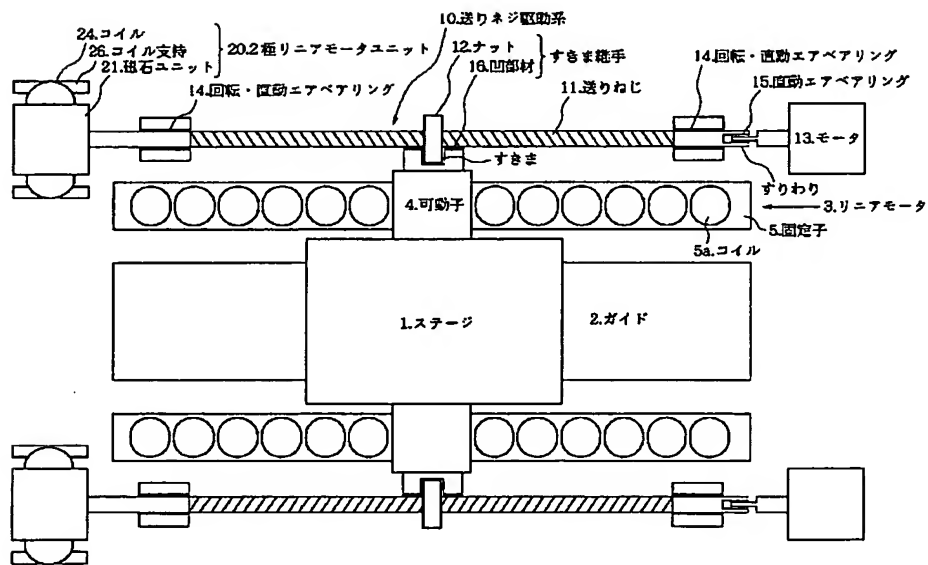
【図12】第2従来例の概略図

【符号の説明】

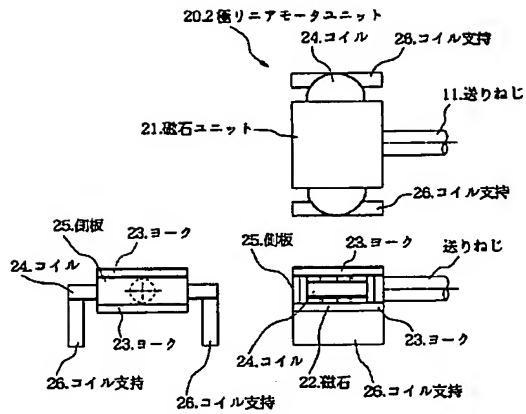
- 1 ステージ
- 2 ガイド
- 3 リニアモータ
- 4 可動子
- 5 固定子
- 5a コイル
- 10 送りねじ駆動系
- 11 送りネジ
- 12 ナット
- 13 モータ
- 14 回転・直動エアベアリング
- 15 直動エアベアリング
- 16 凹部材
- 20 2極リニアモータユニット
- 21 磁石ユニット
- 22 磁石
- 23 ヨーク
- 24 コイル
- 25 側板
- 26 コイル支持
- 27 小ガイド
- 28 磁石ステージ
- 30 ボイスコイルアクチュエータ
- 31 ヨーク

- | | |
|---------------|-------------|
| 32 溝 | 101 ステージ |
| 33 コイル | 102 ガイド |
| 34 磁石 | 103 リニアモータ |
| 35 コイル支持 | 104 可動子 |
| 40 ばねアクチュエータ系 | 104a 磁石 |
| 41 ばね | 104b ヨーク |
| 45 回転モータ | 105 固定子 |
| 46 アーム | 105a コイル |
| 47 コロ | 105b 固定子枠 |
| 48 突起 | 110 送りねじ駆動系 |
| 50 ベルト駆動系 | 111 送りネジ |
| 51 モータ | 112 ナット |
| 52 モータ支持板 | 113 モータ |
| 53 小ガイド | 114 軸受け |
| 54 ベルト | 115 軸受け箱 |
| 55 突起 | 116 凹部材 |

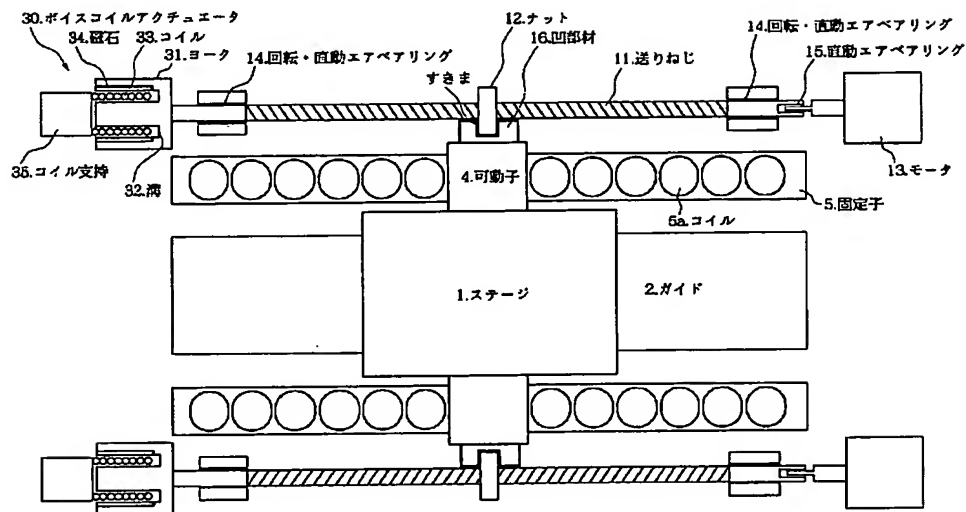
【図1】



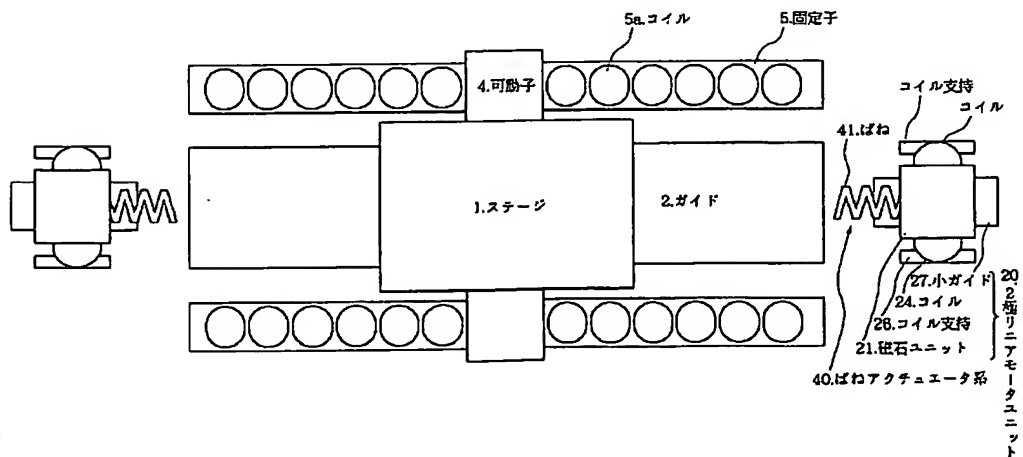
【図2】



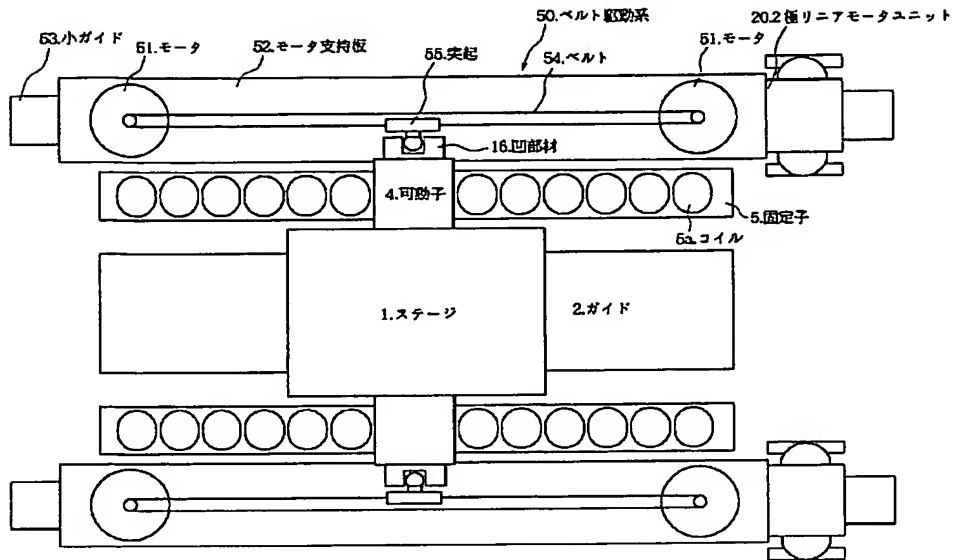
【図3】



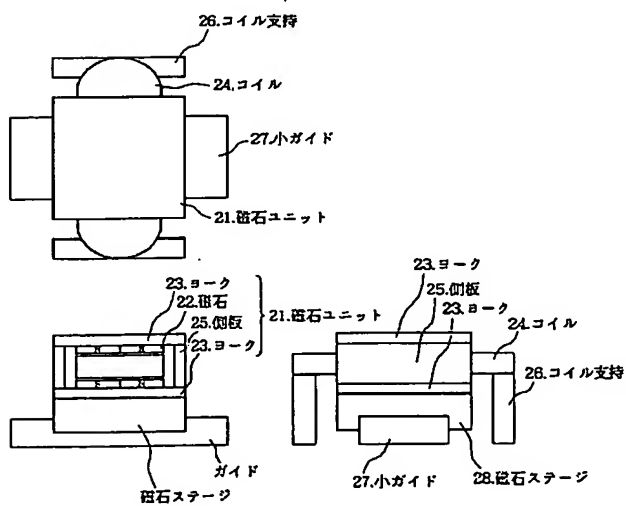
【図5】



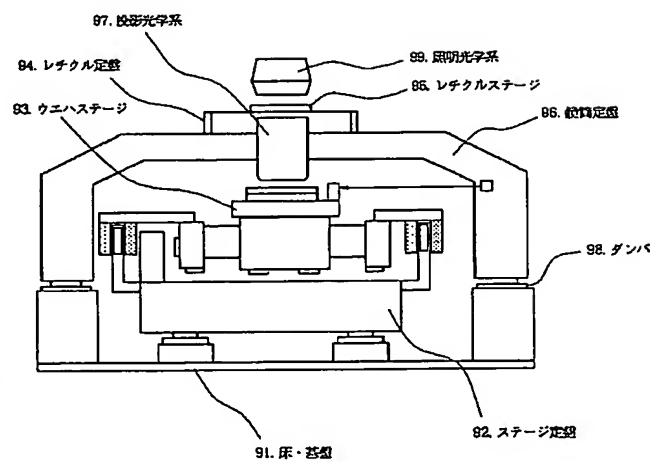
【図4】



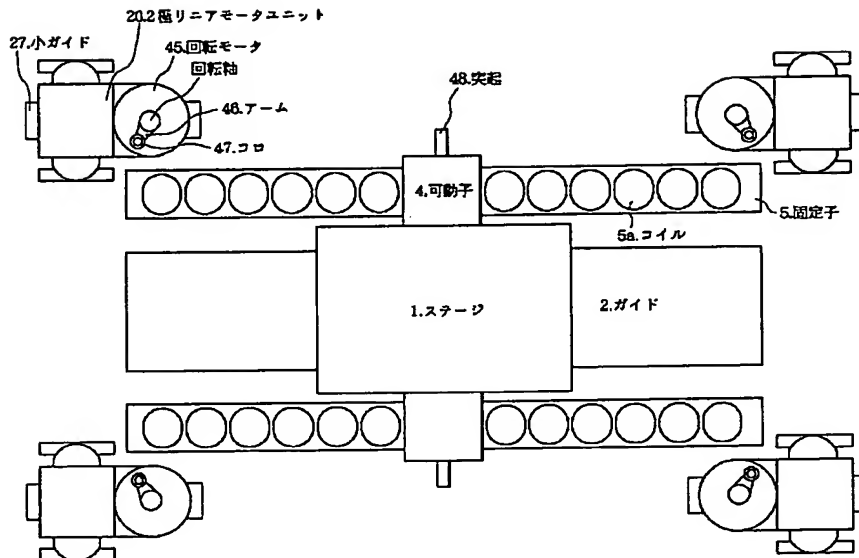
【図6】



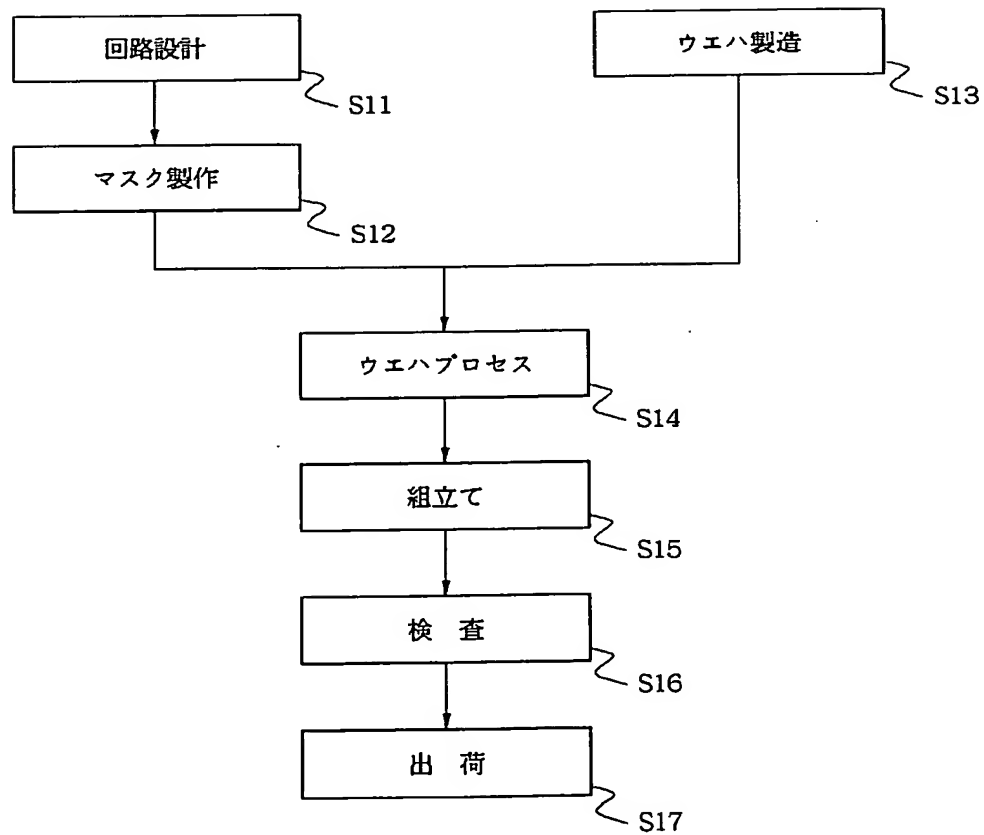
【図8】



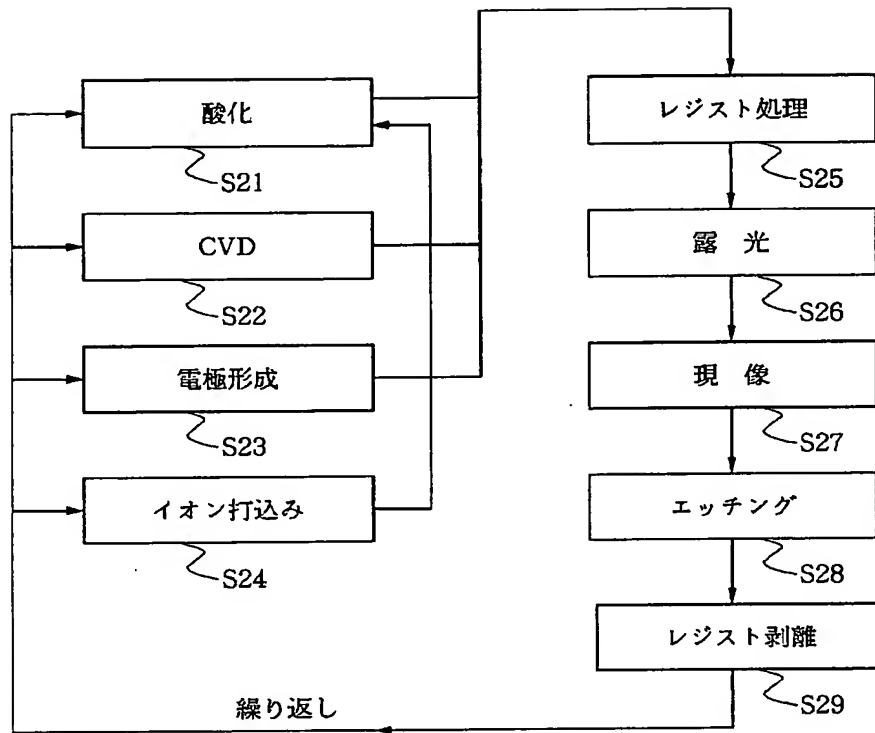
【図7】



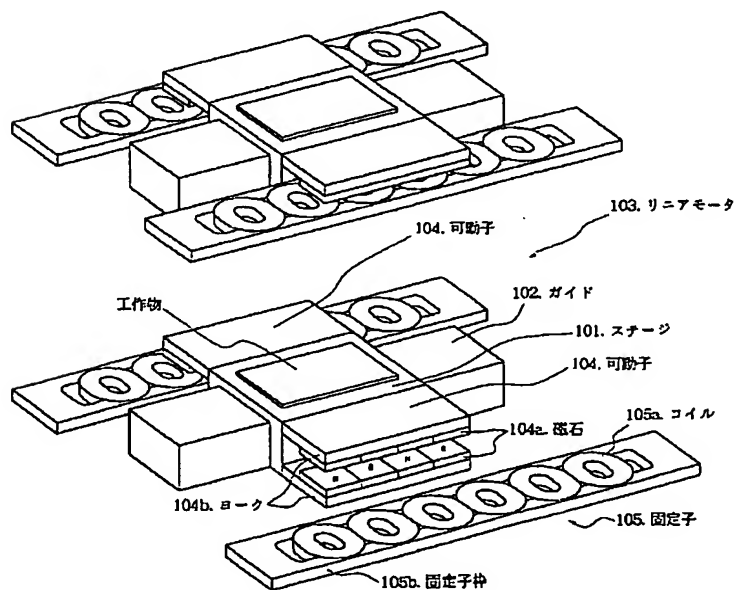
【図9】



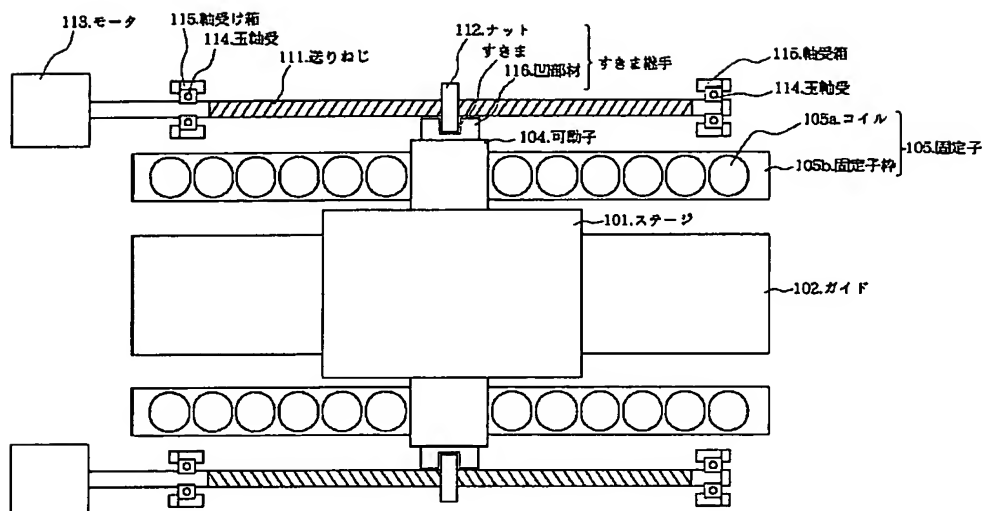
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I
H O 1 L 21/30

ターマコード (参考)

5 1 6 B
5 1 8